Příklady k relativitě

G1 (broučci)

Přímé řešení: Vyjádříme vzdálenost mezi broučky jako funkci času a najdeme minimum. Problém: řešitelé nemusí znát diferenciální počet.

Řešení s trikem: Přejdeme ke vztažné soustavě, v níž je brouček B v klidu. Brouček A v ní leze rychlostí $\mathbf{u} = \mathbf{v}_1 - \mathbf{v}_2$. Minimální vzdálenost mezi broučky je vzdálenost PB, kde P je pata komice spuštěné z B na přímku pohybu broučka A. Pomocí analytické geometrie najdeme kolmici a délku.

Chytré řešení: Vektor $\mathbf{u}$ má složky $\mathbf{u}_x$ ve směru spojnice AB a $\mathbf{u}_y$ ve směru kolmém. Pravoúhlý trojúhelník sestavený z uvedených vektorů je podobný trojúhelníku APB. Označme jeho strany obvyklým způsobem jako a, p, b. Z podobnosti plyne

$a = u_y L/u$, $b = u_x L/u$, $t = b/u = u_x L/u^2$

kde $u_x = v_2 \sin\alpha$, $u_y = v_1 - v_2 \cos\alpha$, $u^2 = v_1^2 + v_2^2 - 2 v_1 v_2 \cos\alpha$ (cosinová věta).
Ve výsledku a je minimální vzdálenost broučků, t je čas dosažení minima..

G2 (úhel)

Vedeme dvě a dvě rovnoběžky s rameny úhlu ve stejných vzdálenostech od ramen. Příslušní průsečíky vytvoří osu úhlu.

STR 1

Pojem soumístnosti závisí (i v nerelativistické fyzice) na vztažné soustavě. Záblesky jsou soumístné v soustavě auta, ale nikoliv v soustavě země.

STR 2

Nesouvisí, nesoučasnost vzniká rozličnou rychlostí šíření světla a zvuku. Hrom a blesk jsou současné a soumístné (ve všech soustavách), ale jejích pozorování už tuto vlastnost nemá.

STR 3 (psal bych tu i l a t velkými písmeny)

Zde je třeba si uvědomit, že ve vztazích pro kontrakci délky a dilataci času vystupuje klidová délka a vlastní čas mezi událostmi. Nechť L je klidová délka v S (délka tyče položené mezi výchozím a cílovým místem paprsku) a T je vlastní čas hodin na konci uvedené tyče mezi vysláním a doletem paprsku. (Pozorovatel na konci nemůže počáteční čas přímo zaznamenat, ale může být o něm informován předem.) V soustavě S´ se tyč pohybuje, a proto rozdíl počáteční a koncové souřadnice v této soustavě není roven délce tyče L´. Dále je v této soustavě jiná současnost než v S, a proto v ní paprsek nezapočne svou cestu ve chvíli, kdy začal být čas odměřován na konci tyče. Čas jeho letu v soustavě S´ proto není roven T´.

STR 4

Pohybová rovnice částice není podle teorie relativity ma = F, ale d(mv)/dt = F.

STR 5

Pozorovatelé nevidí skutečné délky předmětů (do nichž je zahrnuta relativistická kontrakce), ale délky pozměněné konečnou rychlostí světla. Délka přibližujícího se předmětu se proto pozorovateli jeví větší (když dospělo světlo od bližšího konce, od vzdálenějšího ještě dospět nestačilo), délka vzdalujícího se předmětu se jeví ze stejného důvodu jako menší. Pozorovatelé se proto shodnou v tom, že počátek lokomotivy vidí dosud v tunelu, zatímco konec zadního vagonu je dosud mimo tunel.

Návrhy dalších příkladů

P1

Turista vystoupil na Sněžku v období od 12 do 18 hodin. Zůstal tam přes noc a na druhý den sestoupil stejnou cestou dolů od 12 do 18 hodin. Existuje nutně na cestě místo, na kterém byl ve stejnou denní dobu?

P2

Čtyři lyžaři šli rovnoměrně a přímočaře po sněhové pláni. Stopy kterékoliv dvojice se křížily. Lyžař A se setkal s lyžaři B, C, D, lyžař B se setkal s lyžaři C, D. Setkal se nutně i lyžař C s lyžařem D?